



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

02011965.7

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

R C van Dijk

19. 10. 1988



Anmeldung Nr:  
Application no.: 02011965.7  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 29.05.02  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
Wittelsbacherplatz 2  
80333 München  
ALLEMAGNE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Verfahren zur Entfernung von zumindest einem Teilbereich eines Bauteils aus Metall oder einer Metallverbindung

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s) revendiquée(s)

Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

C23F/

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of filing/Etats contractants désignés lors du dépôt:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

(... DI ANK (USPTO))

## 1

Verfahren zur Entfernung von zumindest einem Teilbereich eines Bauteils aus Metall oder einer Metallverbindung

5 Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Entfernung von einem Teilbereich, insbesondere einem Schichtbereich eines aus Metall oder einer Metallverbindung bestehenden Bauteils, wo-  
10 durch sich der Teilbereich nach Anwendung des Verfahrens leichter entfernen oder abtragen lässt.

Hintergrund der Erfindung

15 In heutigen modernen Energieerzeugungsanlagen, wie z.B. Gasturbinenanlagen, spielt der Wirkungsgrad eine wichtige Rolle, weil dadurch die Kosten für den Betrieb der Gasturbinenanlage reduziert werden können. Eine Möglichkeit, den Wirkungsgrad  
20 zu erhöhen und damit die Betriebskosten zu reduzieren besteht darin, Einlasstemperaturen eines Verbrennungsgases innerhalb einer Gasturbine zu erhöhen.

Aus diesem Grunde wurden keramische Wärmedämmsschichten ent-  
25 wickelt, die auf thermisch belasteten Bauteilen, beispielsweise aus Superlegierungen, aufgebracht werden, die alleine den hohen Einlasstemperaturen auf Dauer nicht mehr Stand halten könnten.

30 Die keramische Wärmedämmsschicht bietet den Vorteil einer hohen Temperaturresistenz aufgrund ihrer keramischen Eigen- schaften und das metallische Substrat bietet den Vorteil der guten mechanischen Eigenschaften in diesem Verbund oder Schichtsystem.

35

Typischerweise ist zwischen dem Substrat und der keramischen Wärmedämmsschicht eine Haftvermittlungsschicht der Zusammen-

setzung MCrAlY (Hauptbestandteile) aufgebracht, wobei M bedeutet, dass ein Metall aus Nickel, Chrom oder Eisen verwendet wird.

- 5 Die Zusammensetzung dieser MCrAlY-Schichten kann variieren, jedoch unterliegen alle MCrAlY-Schichten trotz der aufliegenden Keramikschicht einer Korrosion oder Degradation durch Oxidation, Sulfidation, Nitridation, Diffusion oder anderen chemischen und/oder mechanischen Angriffen.

10 Die MCrAlY-Schicht degradiert dabei häufig in einem stärkeren Maße als das metallische Substrat, d.h. die Lebensdauer des Verbundsystems aus Substrat und Schicht wird bestimmt durch die Lebensdauer der MCrAlY-Schicht.

- 15 Die MCrAlY-Zwischenschicht ist nach längerem Einsatz nur noch bedingt funktionstüchtig, hingegen kann das Substrat noch voll funktionstüchtig sein.

Es besteht also der Bedarf, die im Einsatz degradierten Bau-  
20 teile, beispielsweise Turbinenschaufeln, Leitschaufeln oder Brennkammerenteile aufzuarbeiten, wobei die korrodierten Schichten der Zonen der MCrAlY-Schicht abgetragen werden müssen, um eventuell neue MCrAlY-Schichten und/oder wiederum eine Wärmedämmeschicht aufzubringen. Die Verwendung von vor-  
25 handenen benutzten Substraten führt zu einer Kostenreduzie-  
rung beim Betrieb von Gasturbinenanlagen.

Dabei muss beachtet werden, dass das Design der Turbinenschaufeln nicht verändert wird, d.h. dass ein gleichmäßiger  
30 Oberflächenabtrag von Material erfolgt.

Weiterhin dürfen keine Korrosionsprodukte zurückbleiben, die bei einer neuen Beschichtung mit einer MCrAlY-Schicht und/oder einer keramischen Wärmedämmeschicht eine Fehlerquelle  
35 darstellen und zu einer schlechten Haftung der Wärmedämmeschicht führen.

- Ein Verfahren zur Entfernung von Korrosionsprodukten ist aus der US-PS 6,217,668 bekannt. Bei diesem Verfahren wird das korrodierte Bauteil in einem großen Tiegel untergebracht, wo-  
bei das Bauteil dort in einem Pulverbett mit einer Aluminium-  
quelle angeordnet ist. Der Tiegel muss teilweise abgeschlos-  
sen und dann in einem Ofen erwärmt werden. Durch den Wärme-  
prozess wird dem korrodierten Bauteil Aluminium zugeführt,  
wodurch sich die Bereiche durch eine anschließende Säurebe-  
handlung entfernen lassen, die sich vorher schlechter abtra-  
gen ließen, also eine höhere Abtragungsresistenz aufwiesen.  
Für das Pulverbett wird viel Material benötigt und der Tiegel  
beansprucht viel Raum im Ofen während der Wärmebehandlung.  
Der Wärme Prozess dauert wegen der großen Wärmekapazität auch  
länger.
- 15 Ein weiteres Verfahren zur Entfernung von Oberflächenschich-  
ten von metallischen Beschichtungen ist aus der US-PS  
6,036,995 bekannt. Bei diesem Verfahren wird eine Aluminium-  
quelle als Paste auf ein korrodiertes Bauteil aufgetragen.  
20 Das Bauteil mit der Paste muss jedoch erwärmt werden, bis das  
Aluminium schmilzt, so dass erst dann eine Diffusion von Alu-  
minium in das Bauteil hinein stattfinden kann. Die geschmol-  
zene Aluminiumschicht lässt sich schlecht entfernen, da sie  
sehr gut auf dem Bauteil haftet.

25

#### Beschreibung der Erfindung

- Die Erfindung überwindet die beschriebenen Nachteile durch  
30 ein Verfahren, wie es im Anspruch 1 beschrieben ist.

- Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sind in  
den Unteransprüchen aufgelistet.
- 35 Das Diffusionsmittel kann durch einfache bekannte Beschicht-  
ungsverfahren wie Plamaspritzen, Verdampfen, CVD, Packver-

fahren (Bauteil im Pulverbett) oder sonstige Verfahren (Pastenauftrag) aufgebracht werden.

In den Figuren sind Ausführungsbeispiele des erfindungsgemässen Verfahrens dargestellt.

Es zeigen:

Figur 1 ein korrodiertes metallisches Bauteil,

Figur 2 ein Bauteil, bei dem das Diffusionsmittel aufgetragen ist,

Figur 3 das Bauteil gemäß Fig. 2 nach einer Wärmebehandlung,

Figur 4 Bauteile, die einer Säurebehandlung unterzogen werden,

Figuren 5, 6 Bauteile nach einer Säurebehandlung für ein erfindungsgemässes Verfahren und nach dem Stand der Technik.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

- Figur 1 zeigt ein Bauteil 1 aus Metall, eine Metalllegierung oder aus einer Metallverbindung, das an einer Oberfläche 13 und/oder im Inneren des Bauteils 1 in zumindest einem Teilbereich Korrosionsprodukte 4 aufweist, die beispielsweise in getrennt voneinander ausgebildeten Gebieten vorhanden sind.
- Die Korrosionsprodukte 4 können auch zusammenhängend oder auf/unter der ganzen Oberfläche 13 vorhanden sein, also auch eine Korrosionsschicht 4 bilden.  
Einen Teilbereich 28 stellt bspw. der gestrichelt umrandete Bereich dar.
- Das Bauteil 1 kann massiv oder eine Schicht oder ein Bereich eines Verbund- oder Schichtsystems 14 sein. Bei einem Schichtsystem 14 ist ein Substrat 7 aus Metall oder Keramik vorhanden, auf dem die metallische Schicht 10, beispielsweise eine MCrAlY-Schicht aufgebracht ist, wobei M bedeutet, dass ein Metall aus Nickel, Chrom oder Eisen verwendet wird.

Der Teilbereich 28 kann auch ein Teilbereich der Schicht 10 sein oder die ganze Schicht 10 des Schichtsystems 14 und/oder Teil des metallischen Substrats 7 darstellen.

- 5 Die Korrosionsprodukte 4 haben sich während des Einsatzes des Bauteils 1 gebildet und sind für den weiteren Einsatz des Bauteils unerwünscht und müssen entfernt werden. Dies geschieht häufig durch eine Behandlung in einem Säurebad.
- 10 Es kommt jedoch vor, dass das Material des Bauteils 1 unter oder über der Schicht 10 degradierte Bereiche und/oder die Korrosionsprodukte 4 ein unterschiedliches Reaktionsvermögen in einem Säurebad aufweisen, d.h. abtragungsresistenter sind. Das unterschiedliche Lösungsverhalten im Säurebad ist verursacht durch das unterschiedliche Lösungsverhalten der Korrosionsprodukte 4 oder weil eine ursprüngliche Zusammensetzung des Materials des Bauteils 1 oder der Schicht 10 sich verändert hat, z.B. weil das Korrosionsprodukt 4 einem Bereich des Bauteils 1 im Bereich um das Korrosionsprodukt 4 eine Komponente entzieht und dort ein Verarmungsgebiet erzeugt. Daher kommt es zu einem ungleichmäßigen Abtrag oder zu keinem Abtrag der Korrosionsprodukte 4 bzw. dem Material in dem Verarmungsgebiet.
- 15
- 20
- 25 Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, die Korrosionsprodukte bzw. die veränderten Schicht- oder Grundwerkstoffbereiche vollständig und gleichmäßig mit dem Material des Bauteils 1 oder der Schicht 10 zu entfernen.
- 30 Dabei kann beispielsweise in einem ersten Verfahrensschritt eine grobe Abtragung der Korrosionsprodukte 4 oder andere Bereiche durch mechanische Verfahren, wie z.B. Sandstrahlen und/oder chemischen Mittel, wie z.B. Säurebad erfolgen.
- 35 In einem weiteren Verfahrensschritt (Fig. 2) wird ein mehrkomponentiges Diffusionsmittel 16 auf das korrodierte Bauteil 1 auf die Oberfläche 13, insbesondere in dem Bereich mit dem

Korrosionsprodukten 4 oder auf die Korrosionsschicht 4 bspw. aufgetragen oder zumindest eine Komponente des Diffusionsmittels 16 diffundiert direkt aus der Gasphase in das Bauteil 1, wobei die Korrosionsprodukte 4 in diesem Beispiel die abtragungsresistenteren Bereiche darstellen.

Das Diffusionsmittel 16 enthält bspw. zwei Komponenten, die beide durch eine Wärmebehandlung in die Schicht 10 oder das Bauteil 1 hineindiffundieren und dort die chemische Zusammensetzung und Werkstoffe verändern. Durch das Eindiffundieren und die Wärmebehandlung können sich auch neue Phasen bilden, die sich durch ein Säurebad 19 (Fig. 4) leichter entfernen lassen.

Figur 3 zeigt ein Bauteil gemäß Figur 2, bei dem das Diffusionsmittel 16 aufgrund einer Wärmebehandlung bei einer Temperatur T vollständig in die Schicht 10 hineindiffundiert ist. Die Schicht 10 stellt den abzutragenden Teilbereich 28, der nicht nur aus abtragungsresistenteren Bereichen besteht.

Das Diffusionsmittel 16 ist zumindest zweikomponentig. Zumindest eine Komponente des Diffusionsmittels 16 ist bspw. metallisch wie z.B. Aluminium. Eine weitere metallische Komponente stellt bspw. Kobalt dar. Weitere Komponenten können Silizium oder Kohlenstoff sein.

Besonders gut funktioniert das Verfahren, wenn Kobalt und Aluminium als Komponenten des Diffusionsmittel 16 in den Teilbereich 28 hineindiffundieren.

Im Beispiel einer MCrAlY-Schutzschicht (M = Fe, Ni, Co) wird die Rückbildung der  $\gamma$ -Phase verhindert.

Andererseits erfolgt durch eine Anreicherung der MCrAlY-Schicht mit Aluminium und/oder Kobalt die Umsetzung von  $\gamma$  und  $\gamma'$ -Phase in eine Aluminium-reiche  $\beta$ -Phase.

Die Anreicherung mit den Elementen oder die beschriebene Phasenumwandlung bewirkt, dass ein verbesserter Säureangriff möglich ist.

Figur 4 zeigt zwei Bauteile, die in einem Säurebad 19 angeordnet sind oder einem Säureangriff ausgesetzt sind.

Das Bauteil 1 oder das Schichtsystem 14 und ein Bauteil 22 nach dem Stand der Technik, bei dem das erfindungsgemäße Verfahren nicht angewendet wurde, weisen Korrosionsprodukte 4 auf und sind die selbe Zeit dem Säureangriff ausgesetzt.

Figur 5 zeigt das Bauteil 22 nach der Säurebehandlung.

Das Bauteil 22 weist noch säureresistente Bereiche 25 auf, die bei dem Säureangriff nicht oder weniger abgetragen wurden, so dass ein ungleichmäßiger Abtrag eines Schichtbereichs des Bauteils 22 erfolgte.

Hingegen zeigt Figur 6 ein Bauteil 1 oder Schichtsystem 14, bei dem ein gleichmäßiger Abtrag eines Schichtbereichs des Bauteils 1 oder der Schicht 10 erfolgte.

Durch das Eindiffundieren des Diffusionsmittels 16 kann der Teilbereich 28 auch so spröde geworden sein, dass sich der Teilbereich 28 durch eine mechanische Behandlung (Sandstrahlen, Ultraschall, Trockeneisstrahlen) entfernen lässt.

THIS PAGE BLANK (SPTG)

29. Mai 2002

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Entfernung von zumindest einem Teilbereich, insbesondere Schichtbereich eines Bauteils aus Metall und/oder aus zumindest einer Metallverbindung,  
5 bei dem ein Abtrag des Teilbereichs durch eine Säurebehandlung oder eine mechanische Behandlung erfolgt, wobei in einem Zwischenschritt ein zumindest zweikomponentiges Diffusionsmittel (16) zumindest in den Teilbereich 10 (28) des Bauteils (1) hineindiffundiert.
  
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
15 bei dem zumindest eine Komponente des Diffusionsmittels (16) metallisch ist.
  
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
eine Komponente des Diffusionsmittels (16) aus Aluminium ist.  
25
  
4. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
30 eine Komponente des Diffusionsmittels (16) aus Kobalt ist.
  
5. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
35 bei dem das zweikomponentige Diffusionsmittel (16) aus Kobalt und Aluminium besteht.

6. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
5 das Diffusionsmittel (16) auf eine Oberfläche (13) des Bauteils (1) aufgebracht wird.

10 7. Verfahren nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Diffusionsmittel (16) durch Plasmaspritzen aufgebracht wird.  
15

8. Verfahren nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
20 das Diffusionsmittel (16) durch Verdampfen aufgebracht wird.

9. Verfahren nach Anspruch 6,  
25 dadurch gekennzeichnet, dass  
das Diffusionsmittel (16) durch CVD (chemical vapour deposition) aufgebracht wird.

30 10. Verfahren nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
35 das Diffusionsmittel (16) durch ein Packverfahren auf das aufgebracht wird.

10

11. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

durch das Eindiffundieren zumindest eine Phasenänderung in  
dem Bauteil (1) oder dem Teilbereich (28) bewirkt wird.

5

12. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

10

der Teilbereich (28) eine MCrAlY-Schicht (10) ist,  
wobei M für ein Element Eisen, Kobalt oder Nickel steht.

**THIS PAGE IS BLANK (USPTO)**

29. Mai 2002

11

**Zusammenfassung**

Verfahren zur Entfernung von zumindest einem Schichtbereich eines Bauteils aus Metall oder einer Metallverbindung

5

Bauteile weisen nach dem Einsatz im Hochtemperaturbereich degradierte Bereiche auf, die durch einen Säureangriff entfernt werden. Der Abtrag bei dieser Säurebehandlung ist jedoch ungleichmäßig, da durch die Degradation Bereiche entstanden

10 sind, die ein unterschiedliches Säurelösungsverhalten aufweisen.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird die chemische Zusammensetzung und die Phasenzusammensetzung des Bauteils (1)

15 so verändert, dass ein gleichmäßiger Abtrag bei einer Säurebehandlung erfolgt.

**Figur 3**

THIS PAGE IS ANK ~~REMOVED~~

2002 04430

EPO - Munich  
34

29. Mai 2002

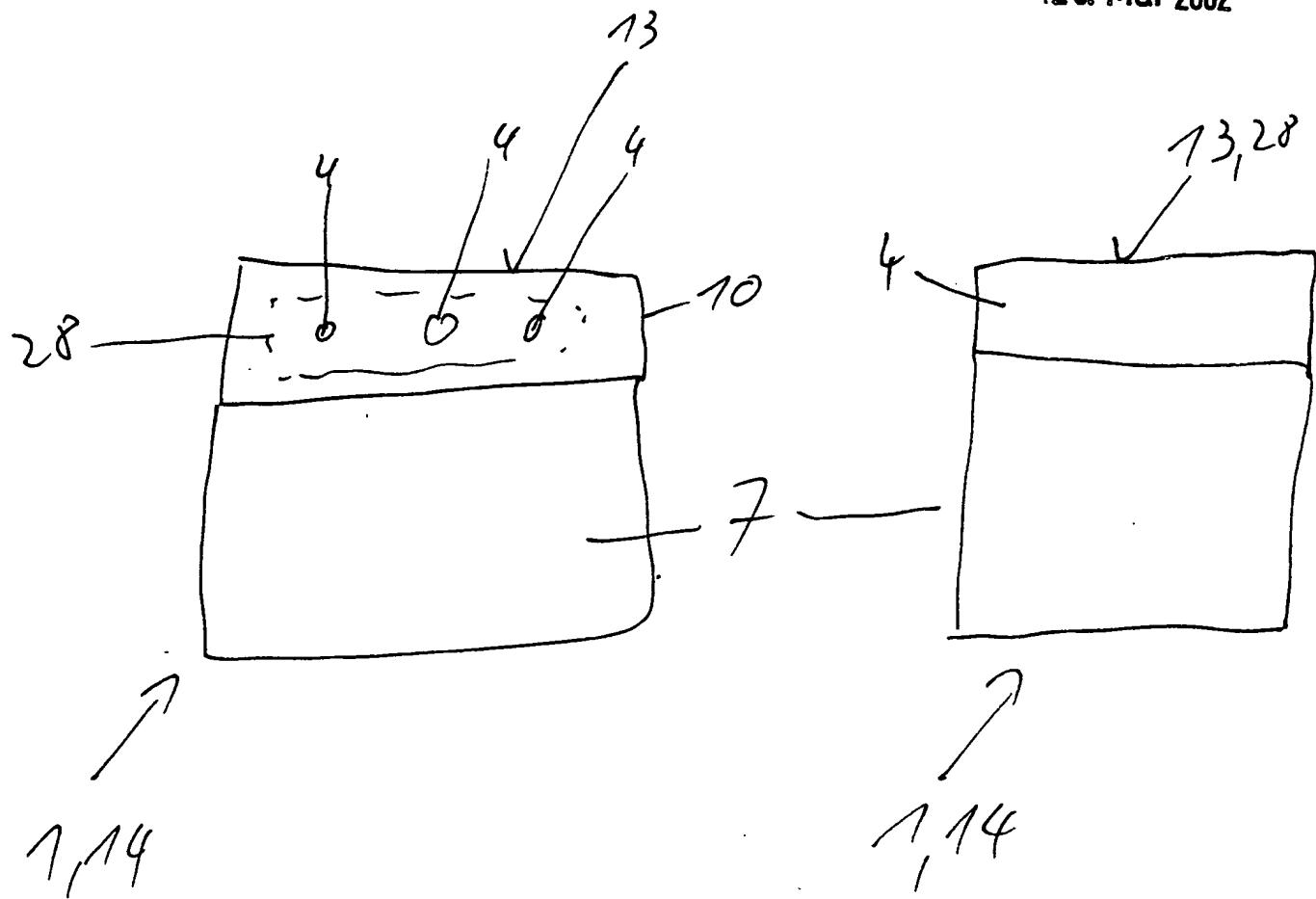
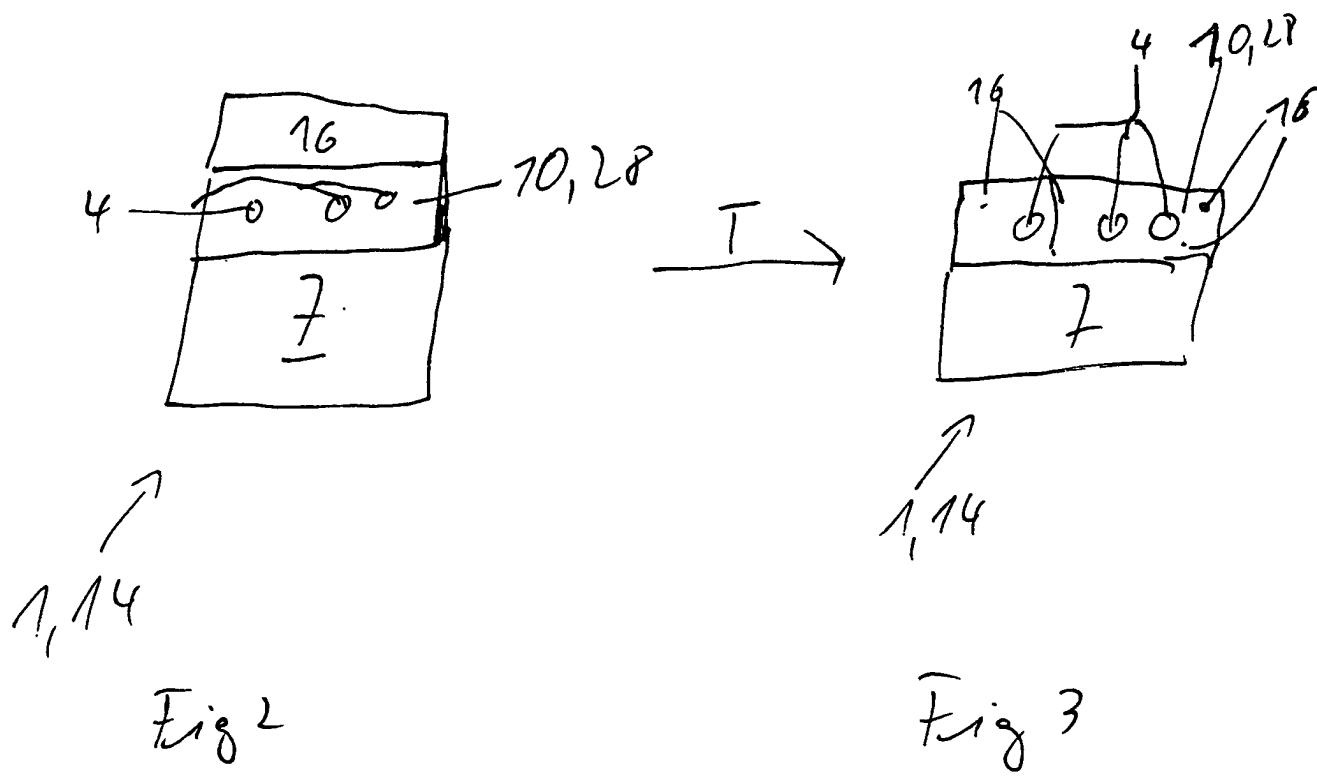


Fig 1

2002 04430



2002 04430

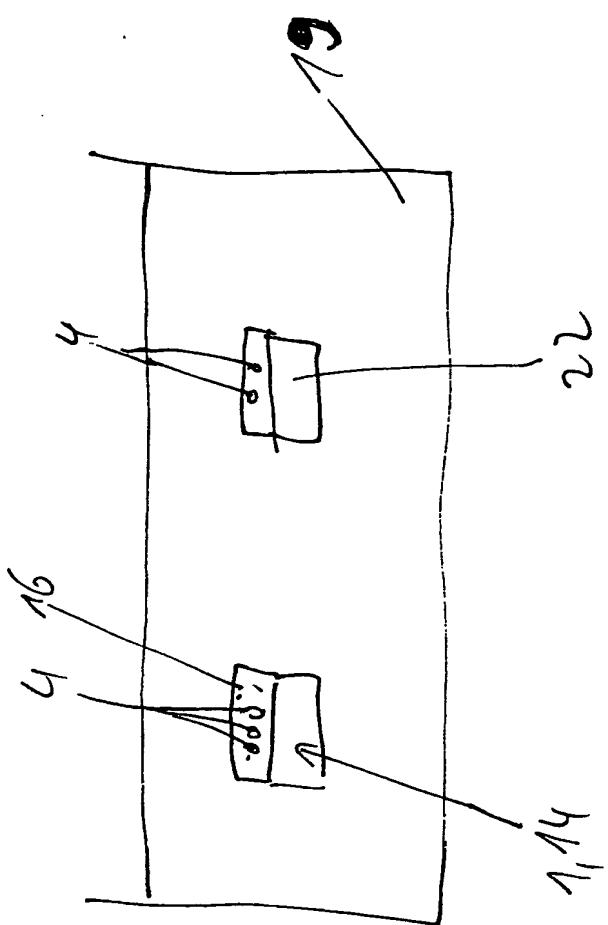
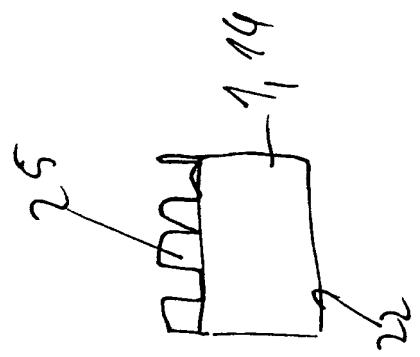


Fig 4

2002 04430



Tig 6



Tig 5